



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 41 08 961 A1** 2009.02.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **P 41 08 961.8**

(22) Anmeldetag: **19.03.1991**

(43) Offenlegungstag: **26.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06T 7/00** (2006.01)  
**G06K 9/50** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**9003532 20.03.1990 FR**

(74) Vertreter:  
**Prinz & Partner Patentanwälte, 80335 München**

(71) Anmelder:  
**Thomson - CSF, Puteaux, FR**

(72) Erfinder:  
**Ollivier, Franck, Paris, FR; Agnel, Jean-Francois, Boulogne, FR**

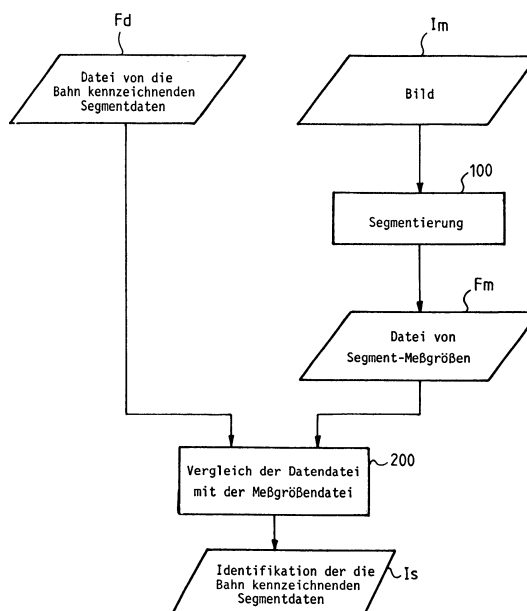
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung einer Bahn in einem Bild**

(57) Zusammenfassung: Zur Erkennung einer Bahn in einem Luftbild (sichtbares Bild oder Infrarotbild) oder in einem Radarbild werden folgende Schritte ausgeführt:

- Konturlinien, die kennzeichnend für die zu erkennende Bahn und ihre Umgebung sind, werden Geradensegmenten zugeordnet, die durch individuelle und relative Attribute bezeichnet sind, welche aus Beschreibungsdaten für den jeweiligen Ort resultieren, die eine Bedienungsperson ausgibt, um eine Datei von Segment-Daten Fd zu erstellen;
- Verarbeitung des Bildes, in welchem die Bahn erkannt werden soll, um daraus Geradensegmente zu extrahieren, durch welche ihre Konturlinien approximiert werden, die durch individuelle und relative Attribute bezeichnet werden, welche eine Datei von Segment-Meßgrößen Fm bildet; und
- Vergleichen der Menge von Elementen der Datei Fd mit den Elementen der Datei Fm, um bei Übereinstimmung die gesuchte Bahn in dem Bild zu erkennen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet der Bildverarbeitung, insbesondere das Erkennen einer Bahn in einem Luftbild (sichtbarer Bereich oder Infrarotbereich) oder einem Radar-Bild.

**[0002]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Erkennung einer Bahn in einem Luftbild in solcher Weise zu verwirklichen, daß sie relativ wenig durch Detailänderungen der Umgebung einer Bahn beeinträchtigt wird, wobei eine leichte Anwendung mit relativ unkomplizierten Verarbeitungsmitteln angestrebt wird.

**[0003]** Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Erkennung einer Bahn in einem Bild, mit den folgenden nacheinander ausgeführten Schritten:

- Zuordnung von Konturlinien, die kennzeichnend für die zu erkennende Bahn und ihre Umgebung sind, zu Geradensegmenten, welche durch individuelle Attribute wie ihre Länge und die Lage ihrer Endpunkte bezeichnet sind und die relativ sind, wie ihre relativen Orientierungen und Abstände, die aus Beschreibungsdaten für den Ort resultieren, die von einer Bedienungsperson ausgegeben werden und eine Datei von Segmentdaten bilden; diese Beschreibung muß nicht erschöpfend sein, um die Identifizierung der Bahn zu ermöglichen. Für bestimmte Orte kann eine summarische Beschreibung ausreichen, die beispielsweise nur die Breite der Bahn beinhaltet;
- Verarbeitung des Bildes, in welchem die Bahn erkannt werden soll, um daraus eine Datei von Segmentmeßwerten zu gewinnen, mit folgenden Schritten:
  - die Konturlinien des Bildes werden extrahiert;
  - die Hauptrichtungen der Konturlinien werden bestimmt durch Anwendung der Hough-Transformierten und Auswahl von Akkumulationspunkten, die in der Transformaten der Bildkonturlinien erscheinen;
  - eine Approximierung der Konturlinien mit geraden Segmenten entlang den Hauptrichtungen; und
  - Erzeugung einer Datei von Segment-Meßwerten, worin die Segmente erfaßt sind, welche die Bildkonturlinien approximieren, die durch individuelle und relative Attribute gleicher Art wie die der Datei von Segmentdaten definiert sind; und
  - Vergleichen der Menge von Elementen der Datei von Segmentdaten mit den Elementen der Datei von Segment-Meßwerten, um bei Übereinstimmung zur Erkennung der gesuchten Bahn im Bild zu gelangen.

**[0004]** Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zur Erkennung einer Bahn in einem Bild.

**[0005]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und aus der Zeichnung, auf die Bezug genommen wird. In der Zeichnung zeigen:

**[0006]** [Fig. 1](#) ein Flußdiagramm des erfindungsge-mäßen Verfahrens;

**[0007]** [Fig. 2](#) ein Übersichtsschema zur Veranschaulichung des Verfahrens zur Segmentierung eines Bildes, zur Approximierung der Bildkonturlinien durch Geradensegmente im Verlaufe des in [Fig. 1](#) dargestellten Verfahrens zur Erkennung einer Bahn;

**[0008]** [Fig. 3](#) ein Schema, welches die Beziehungen zwischen den Polarkoordinaten und den kartesischen Koordinaten einer Geraden zeigt;

**[0009]** [Fig. 4](#) die Darstellung eines Punktes auf einer Konturlinie mit einem Orientierungsgradienten, der in einem bestimmten Winkelintervall liegt, wie es durch die Hough-Transformation gesehen wird; und

**[0010]** [Fig. 5](#) eine Graphik, die aus Knoten und Bögen gebildet ist und Geradensegmente beschreibt, welche die Bildkonturlinien und die relativen Positionen dieser Segmente approximieren.

**[0011]** Die Erfindung befaßt sich mit einer Methode zur Erkennung einer Bahn in einem Bild ausgehend von Kenngrößen, die durch die Abmessungen und relativen Lagen von Geradensegmenten gebildet sind, welche die Konturlinien approximieren, die kennzeichnend für die gesuchte Bahn und ihre Umgebung sind.

**[0012]** Die [Fig. 1](#) ist ein allgemeines Funktionsschema zur Erläuterung des Erkennungsverfahrens. In herkömmlicher Weise sind die Daten und/oder Ergebnisse in Trapezen angegeben, während die Phasen des Verfahrens, d. h. die verschiedenen Verarbeitungsschritte, durch Rechtecke dargestellt sind.

**[0013]** Das Verfahren umfaßt im wesentlichen drei Schritte:

In einem ersten Schritt liefert die Bedienungsperson Beschreibungsdaten für die zu erkennende Bahn in Form einer mehr oder weniger vollständigen Datei von Daten Fd, worin Attribute enthalten sind, welche Geradensegmente definieren, durch die die Konturlinien der zu erkennenden Bahn und ihrer Umgebung approximiert werden. Diese Attribute, die im einzelnen weiter unten erläutert werden, können für ein Geradensegment der Objekttyp sein, welchen es betrifft: die Bahn oder ihre Umgebung, ihre Länge, ihre Winkelorientierung, ihre Abstände und ihre relativen Orientierungen in bezug auf andere Segmente usw.

**[0014]** In einem zweiten Schritt wird das Bild in einer Segmentierungs-Verarbeitung unterzogen, die

durch ein Rechteck **100** symbolisiert ist, mit dem Ziel, daraus die Konturlinien zu extrahieren und diese Konturlinien durch Geradensegmente zu approximieren, die durch eine Datei von Meßdaten Fm bezeichnet werden, worin ihre Attribute enthalten sind, die von gleicher Art wie die der Datei von Daten Fd sind, mit Ausnahme desjenigen, welcher den Objekttyp betrifft und fehlt.

**[0015]** In einem dritten Schritt wird die Daten-Datei Fd mit der Meßdaten-Datei Fm verglichen, was durch ein Rechteck **200** symbolisiert ist, um bei Übereinstimmung der Daten aus der Datei Fd mit den Elementen der Datei Fm zur Identifikation Is der Geradensegmente zu gelangen, die in dem Bild zu der zu erkennenden Bahn gehören, um auf diese Weise die Bahn im Bild zu erkennen.

**[0016]** Der in [Fig. 1](#) dargestellte Segmentierungsschritt **100** ist im einzelnen in [Fig. 2](#) gezeigt. Er enthält folgende Phasen:

- wie durch ein Rechteck **110** symbolisiert ist, werden die sogenannten primitiven Bildkonturlinien extrahiert;
- gemäß Rechteck **120** werden die Hauptrichtungen der Konturlinien durch Anwendung der Hough-Transformierten bestimmt;
- gemäß Rechteck **130** werden die Bildkonturlinien durch Geradensegmente entlang den Hauptrichtungen approximiert;
- gemäß Rechteck **140** wird eine Überbrückung zwischen den miteinander fluchtenden Geradensegmenten vorgenommen, um die Lücken auszufüllen, die in den Konturlinien vorhanden sind; und
- gemäß dem Rechteck **150** wird eine Datei von Segment-Meßgrößen erzeugt, worin die Gesamtheit von Geradensegmenten erfaßt ist, welche die Bildkonturlinien approximieren.

**[0017]** Die Phase der Extrahierung von primitiven Konturlinien gemäß **110** in [Fig. 2](#) ermöglicht es, zu einem binären Bild zu gelangen, worin die Konturlinien in Erscheinung treten, die zu Unterbrechungen der Helligkeit im Bild gehören. Sie beginnt mit einer Extraktion der Konturzonen oder Berechnung des Gradientenbildes, zu dem man gelangt, indem räumliche Faltungen des Lichtbildes mit zwei binären Masken variabler Größe N und der Orientierung 0 bzw. 90° vorgenommen werden.

**[0018]** Beispielsweise hat für N = 5 die Maske mit der Orientierung 0°, die als horizontale Gradientenmaske bezeichnet wird, folgende Zusammensetzung:

-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1
-1	-1	0	1	1

während die Maske mit der Orientierung von 90°, die als vertikale Gradientenmaske bezeichnet wird, folgende Zusammensetzung hat:

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

**[0019]** Es seien  $G_H$  und  $G_V$  die Ergebnisse der räumlichen Faltungen des Bildes mit diesen Masken; man berechnet dann für jeden Bildpunkt den Betrag oder die Amplitude des Gradienten über folgende Formel:

$$AMP = \sqrt{G_H^2 + G_V^2}$$

**[0020]** Ferner berechnet man die Orientierung des Gradienten oder die Richtung der maximalen Helligkeitsänderung über folgende Formel:

$$ORI = \text{Arctg} \frac{(G_V)}{(G_H)}$$

**[0021]** Diese liefert einen Orientierungswinkel, der auf die Horizontale bezogen ist.

**[0022]** Die Gradient-Amplituden, welche unter einem bestimmten festen Schwellwert liegen, werden auf Null gesetzt, um Fluktuationen zu unterdrücken, die durch Rauschen erzeugt werden, und nur die großen Werte zu berücksichtigen, die durch Kontrastsprünge verursacht sind und den Punkten der Bildkonturzonen entsprechen.

**[0023]** Nach Extraktion der Konturzonen erfolgt eine Gerüstbildung in solcher Weise, daß die Konturzonen verdünnt werden und zu Konturlinien umgesetzt werden, entlang den Scheitellinien des Amplitudenbildes des Gradienten. Zu diesem Zweck wird der Betrag des Gradienten an jedem Bildpunkt, wo er von Null verschieden ist, mit dem Betrag des Gradienten derjenigen zwei Bildpunkte verglichen, die in der Richtung des Gradienten am nächsten liegen, welche für diesen Fall auf ein Vielfaches von 45° gelegt ist, und nur derjenige Bildpunkt wird aufbewahrt, bei welchem der Gradient den größten Betrag aufweist. Durch iteratives Vorgehen wird in einer Bildkonturzone nur eine Linie von Punkten aufbewahrt, die den Maximalwerten vom Betrag des Gradienten entsprechen. Man verfügt dann über ein binäres Bild, das aus Konturlinien besteht.

**[0024]** Die Phase der Bestimmung der Hauptrichtungen der Konturlinien, Block **120** in [Fig. 2](#), beruht auf der Anwendung der Hough-Transformierten.

**[0025]** Diese Hough-Transformierte basiert auf der Polargleichung für eine Gerade in kartesischen Koordinaten:

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

**[0026]** Darin sind  $x$  und  $y$  die kartesischen Koordinaten für die Punkte der Geraden,  $\rho$  der Abstand der Geraden vom Koordinatenursprung und  $\theta$  der Winkel, den die Normale der Geraden mit der Achse  $Ox$  bildet, d. h. der Winkel des Gradienten, wenn die Gerade als Konturlinie angesehen wird. [Fig. 3](#) zeigt die Beziehungen zwischen den kartesischen Koordinaten und den Polarkoordinaten für eine Gerade.

**[0027]** Die Hough-Transformierte ermöglicht es, aus dem Raum der kartesischen Parameter  $(x, y)$  zum Raum der Polarkoordinaten  $(\rho, \theta)$  zu gelangen. Sie erzeugt eine Entsprechung zwischen einer Geraden und einem Punkt mit dem Koordinaten  $(\rho, \theta)$  und zu einer Entsprechung zwischen einem Punkt  $(x, y)$  und einer Sinusfunktion von folgender Gleichung:

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

**[0028]** Diese Sinusfunktion kann auch als Transformierte der Gesamtheit von Geraden angesehen werden, die durch den Koordinatenpunkt  $(x, y)$  verlaufen. Für weitere Einzelheiten bezüglich der Hough-Transformierten wird verwiesen auf folgende Fundstelle: J. ILLINGWORTH und J. KITTLER in "A survey of the Hough Transform", erschienen in Computer Vision, Graphics and Processing 44, S. 87 bis 116 - (1988).

**[0029]** Zum Aufsuchen der Hauptrichtungen interessiert man sich in jedem Punkte einer Konturlinie nur für diejenigen Geraden, deren Normale mit der Abszissenachse einen Winkel bildet, der dem der Richtung des Gradienten entspricht, welcher mit einer bestimmten Genauigkeitstoleranz  $\pm \delta\theta$  bestimmt wurde, hier  $15^\circ$ . Diese Begrenzung läuft, wie in [Fig. 4](#) gezeigt, darauf hinaus, daß in der Hough-Transformierten jeder Punkt einer Bildkonturlinie einem Teil der Sinusfunktion zugeordnet wird, welcher auf einen Bereich von Werten  $(\theta - \delta\theta, \theta + \delta\theta)$  beschränkt ist, der auf den Winkel  $\theta_0$  der Orientierung des Gradienten zentriert ist. Wenn eine Konturlinie des Bildes einer Geraden nahe kommt, bei der die Richtung des Gradienten dem Winkel  $\theta_0$  entspricht, und deren Abstand vom Ursprung  $\rho_0$  ist, so kreuzen sich alle Teile der Sinusfunktionen, welche ihre Punkte in der Hough-Transformierten darstellen, in einem Koordinatenpunkt  $(\rho_0, \theta_0)$ . Die Lage der Kreuzungspunkte dieser Art in der Hough-Transformierten der Bildkonturlinien ist somit jeweils kennzeichnend für die Hauptrichtung.

**[0030]** Das Aufsuchen der Hauptrichtungen erfolgt somit nach folgender Prozedur:

- Für jeden Bildpunkt mit den Koordinaten  $(x_i, y_i)$ ,

der auf einer Konturlinie liegt und dessen Gradient die Orientierung  $\theta_i$  aufweist, berechnet man folgenden Ausdruck:

$$\rho = x_i \cos \theta + y_i \sin \theta \text{ mit } \theta \in [\theta_i - 15^\circ, \theta_i + 15^\circ]$$

- Man bildet eine Tabelle von Werten  $(p_j, \theta_j)$ , deren Felder jedesmal dann inkrementiert werden, wenn ein Teil einer Sinusfunktion hindurchgeht, der einem Punkt einer Bildkonturlinie entspricht. Diese Tabelle, die unter der Bezeichnung "nappe de Hough" bekannt ist, kann als zweidimensionales Histogramm angesehen werden;
- schließlich werden die Maxima dieser Tabelle ausgewählt, die zu den Akkumulationspunkten gehören, welche den Hauptrichtungen entsprechen, denen die Bildkonturlinien folgen, und wofür die Koordinaten  $(\rho, \theta)$  die zugeordneten Gleichungen definieren.

**[0031]** Die Phase **130** in [Fig. 2](#), bei welcher die Geradensegmente bestimmt werden, welche die Bildkonturlinien approximieren, besteht darin, daß die Hauptrichtungen beschränkt werden, die den Konturlinien recht genau folgen. Zu diesem Zweck wird ein rechtwinkliges Fenster geringer Breite geöffnet, das um jede Hauptrichtung zentriert ist, und von einer Hauptrichtung werden nur diejenigen Segmente aufbewahrt, die den Konturlinien nahe kommen, welche in dem zugehörigen Fenster enthalten sind und die einen kompatiblen Orientierungsgradienten aufweisen.

**[0032]** Die Überbrückungsphase **140** nach [Fig. 2](#) besteht darin, daß eventuelle Lücken zwischen ausgefluchteten Geradensegmenten beseitigt werden, welche auf lokale Fluktuationen aufgrund von Rauschen zurückzuführen sind. Sie kann auch dazu dienen, größere Lücken zwischen ausgefluchteten Geradensegmenten auszufüllen, die von der Maskierung oder Kreuzung von Bahnen herrühren, wenn ihre Unterdrückung erwünscht ist, um die eventuelle Verfolgung der Bahn zu erleichtern. Sie besteht beispielsweise darin, daß die ausgefluchteten Geradensegmente verbunden werden, die nur durch einen Abstand getrennt sind, der kleiner als ihre mittlere Länge ist.

**[0033]** In der in [Fig. 2](#) gezeigten Phase **150** zur Erzeugung einer Datei  $F_m$  von Segment-Meßgrößen werden diejenigen Geradensegmente erfaßt, die durch die Überbrückungsphase entstehen.

**[0034]** Die Geradensegmente und ihre relativen Positionen im Bild werden durch eine Struktur vom Typ einer Graphik beschrieben, die aus Knoten besteht, welche durch Bögen verbunden sind, wie in [Fig. 5](#) gezeigt.

**[0035]** Die Knoten entsprechen den Segmenten.

Sie sind durch individuelle Attribute definiert, welche die in bezug auf ein Bild definierten Kenndaten jedes Segmentes sind, wie die Länge des betrachteten Segmentes, seine Orientierung im Bild, die Lage seiner Endpunkte, die Reihenfolge seines Erscheinens im Bild, wenn dieses sich im Laufe der Zeit entwickelt und Bestandteil beispielsweise einer Folge von Bildaufnahmen eines überflogenen Geländes ist.

**[0036]** Die Bögen entsprechen den Beziehungen zwischen Segmenten und sind durch relative Attribute definiert, welche die Kenngrößen jedes in bezug auf die anderen Segmente betrachteten Segmentes sind, wie die Parallelitäts- oder Schnittbeziehung, die relative Orientierung, die relative Entfernung.

**[0037]** Die individuellen und relativen Attribute jedes Segmentes werden ausgehend von den Positionen der Geradensegmente im Bild bestimmt und in einer Datei Fm der Segment-Meßgrößen zusammengefaßt.

**[0038]** In der Anfangsphase des Verfahrens erzeugt eine Bedienungsperson eine analoge Datei, die als Datei Fd von Segmentdaten bezeichnet wird, ausgehend von einer Rekonstruktion der Graphik für die Positionierung der Segmente, die anhand von Beschreibungsinformationen für die Konturen der zu erkennenden Bahn und ihrer Umgebung nach Approximierung durch Geradensegmente erfolgt. Diese Datei Fd enthält jedoch ein zusätzliches Attribut, welches für jedes Geradensegment den Objekttyp bezeichnet, den es betrifft, d. h. die Bahn oder ihre Umgebung.

**[0039]** In der Endphase **200** in [Fig. 1](#), bei welcher die Dateien Fd und Fm verglichen werden, werden die Elemente der Datei Fd mit den Elementen der Datei Fm verglichen, bis eine mehr oder weniger vollständige Übereinstimmung gefunden wird, die es ermöglicht, in der Datei Fm von Meßgrößen diejenigen Segmente zu identifizieren, die den Rändern der gesuchten Piste oder Bahn entsprechen, so daß diese erkannt wird.

**[0040]** Dieser Vergleich erfordert es nicht, daß die Datei Fd oder die Referenz-Graphik, woraus sie resultiert, den Ort der zu erkennenden Bahn erschöpfend beschreibt. Sie muß nicht die Attribute aller Geradensegmente enthalten, welche die Bahnkonturen und ihre Umgebung approximieren, sondern nur eine bestimmte Anzahl von ihnen, welche kennzeichnend für den Ort der Bahn sind. Das Fehlen der Attribute bestimmter Geradensegmente oder sogar das Fehlen bestimmter Segmente in der Datei von Daten, die hingegen in der Datei von Meßgrößen enthalten sind, stellt den Erfolg der Identifikation nicht in Frage. Die minimale zu liefernde Information, die vom Ort abhängt, muß die Identifikation der Bahn ermöglichen und eventuelle Mehrdeutigkeiten beseitigen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- J. ILLINGWORTH und J. KITTLER in "A survey of the Hough Transform", erschienen in Computer Vision, Graphics and Processing 44, S. 87 bis 116
- (1988) [\[0028\]](#)

**Patentansprüche**

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \text{ mit } \theta \in [\theta_i - 15^\circ, \theta_i + 15^\circ]$$

1. Verfahren zur Erkennung einer Bahn in einem Bild, **dadurch gekennzeichnet**, daß es die folgenden, nacheinander ausgeführten Schritte umfaßt:

- Zuordnung von Konturlinien, die kennzeichnend für die zu erkennende Bahn und ihre Umgebung sind, zu Geradensegmenten, die durch individuelle Attribute bezeichnet werden, wie ihre Länge, die Position ihrer Enden, und durch relative Attribute bezeichnet werden, wie ihre Orientierungen und relativen Abstände, als Ergebnis von Beschreibungsdaten für den Ort, die durch eine Bedienungsperson ausgegeben werden, um eine Datei von Segmentdaten  $F_d$  zu erstellen,
- Verarbeitung des Bildes, in welchem die Bahn erkannt werden soll, um daraus eine Datei von Geradensegment-Meßgrößen zu gewinnen, mit den folgenden Phasen:
  - Extraktion der Bildkonturlinien;
  - Bestimmung der Hauptrichtungen der Bildkonturlinien unter Anwendung der Hough-Transformierten und einer Selektion der Akkumulationspunkte, die in der Transformierten der Bildkonturlinien in Erscheinung treten;
  - Approximierung der Konturlinien durch Geradensegmente entlang den Hauptrichtungen; und
  - Erzeugung einer Datei von Segment-Meßgrößen  $F_m$ , worin die Geradensegmente erfaßt sind, welche die Bildkonturlinien approximieren, die durch individuelle und relative Attribute gleicher Art wie die der Datei  $F_d$  von Segmentdaten definiert sind; und
  - Vergleich der Menge von Elementen der Datei  $F_d$  mit den Elementen der Datei  $F_m$ , um bei Übereinstimmung zum Erkennen der gesuchten Bahn im Bild zu gelangen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildverarbeitung zur Extraktion einer Datei von Geradensegment-Meßgrößen ferner vor der Phase der Erzeugung der Datei eine Phase der Überbrückung enthält, durch welche die Lücken zwischen ausgefluchteten Geradensegmenten ausgefüllt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückungsphase darin besteht, daß die ausgefluchteten Geradensegmente verbunden werden, die nur durch einen Abstand getrennt sind, der kleiner als ihre mittlere Länge ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung der Hauptrichtungen der Konturlinien im Bild durch Anwendung der Hough-Transformierten darin besteht, daß:

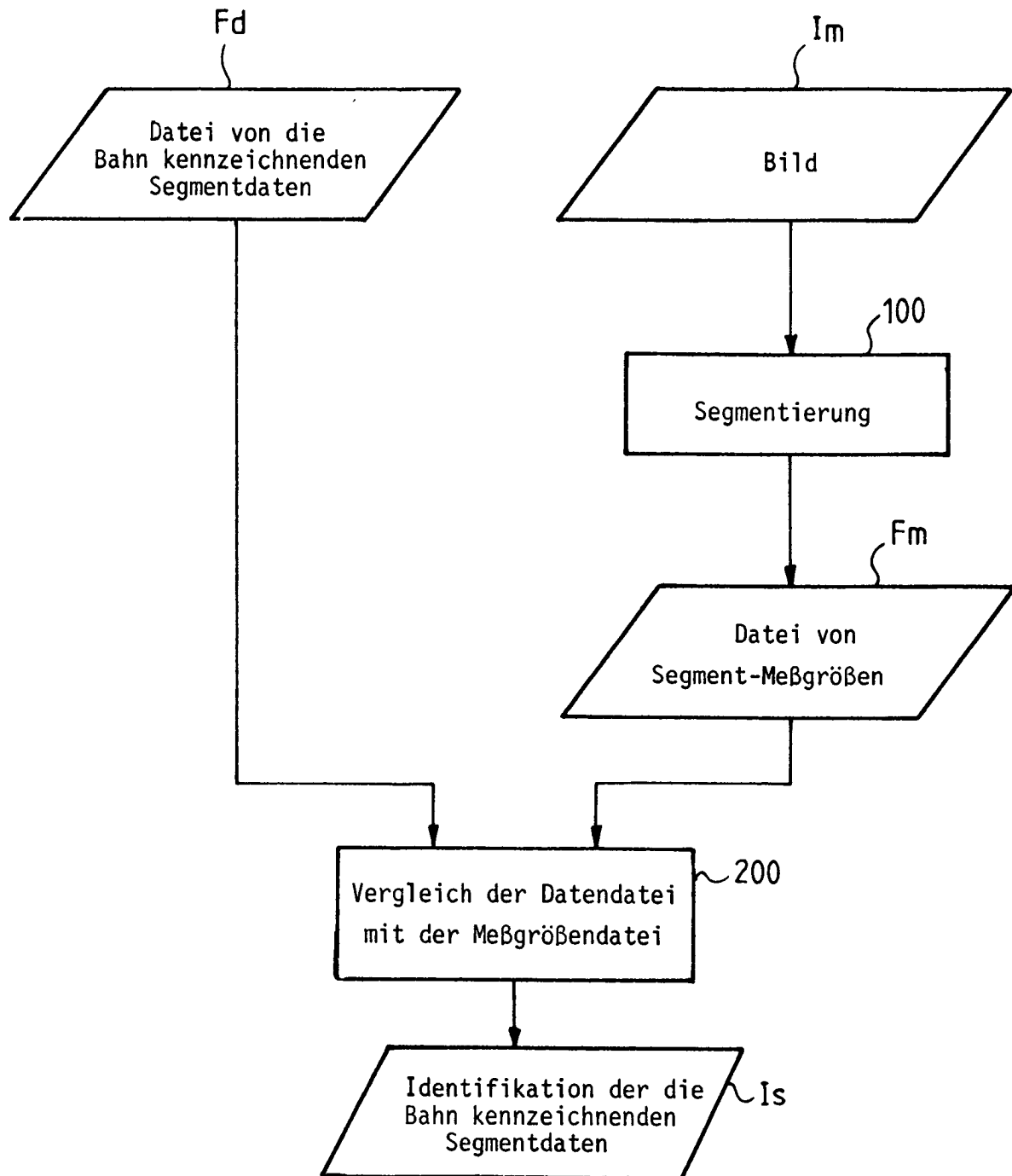
- eine Entsprechung zwischen jedem Punkt einer Konturlinie mit den Koordinaten  $(x_i, y_i)$  und mit dem Gradient der Orientierung  $\theta_i$  und einem Teil einer Sinusfunktion hergestellt wird, die folgender Gleichung gehorcht:

– Erzeugung einer Tabelle von Werten  $(\rho_j, \theta_j)$ , die als Hough-Raster bezeichnet wird, worin jedes Feld jedesmal dann inkrementiert wird, wenn ein Teil der Sinusfunktion durchläuft, der einem Punkt einer Konturlinie des Bildes entspricht; und

– Auswählen der Maxima in dem Hough-Raster, die den Akkumulationspunkten zugehörig sind und deren Koordinaten  $(\rho, \theta)$  die Parameter der Polargleichungen der Hauptrichtungen definieren.

5. Vorrichtung zur Erkennung einer Bahn in einem Bild, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Verarbeitungsprozessor enthält, der zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.

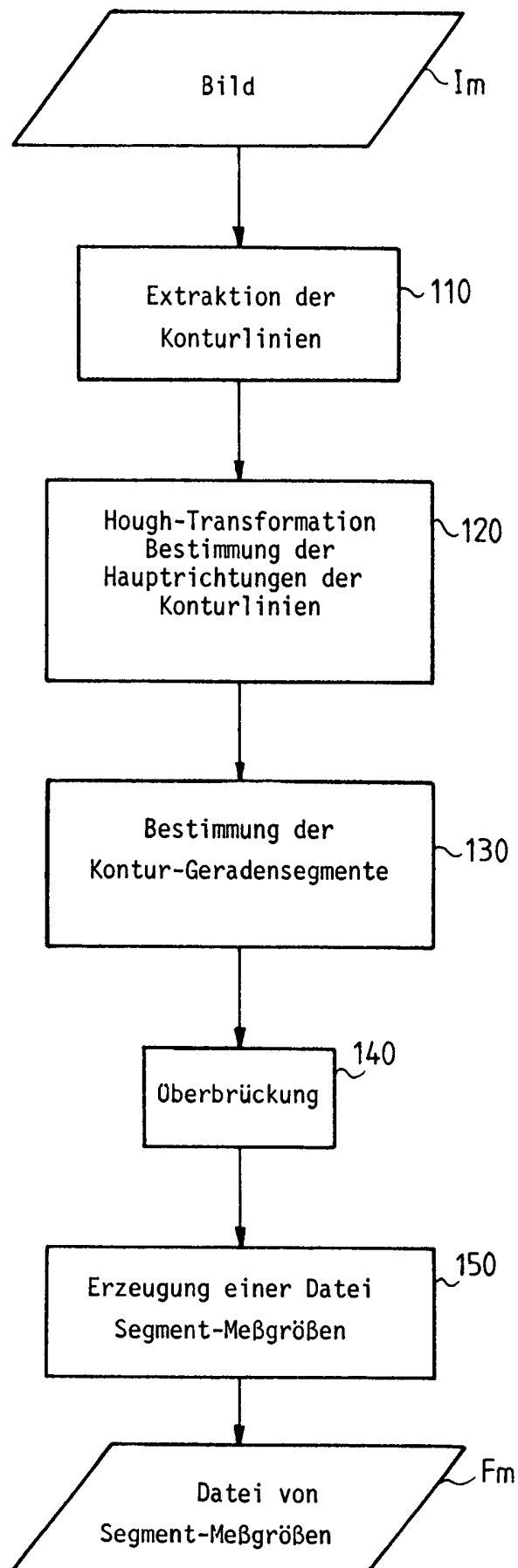
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

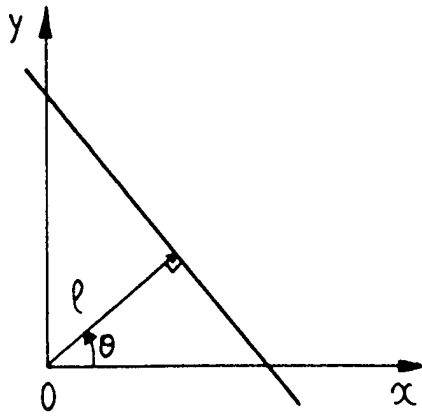


FIG\_1

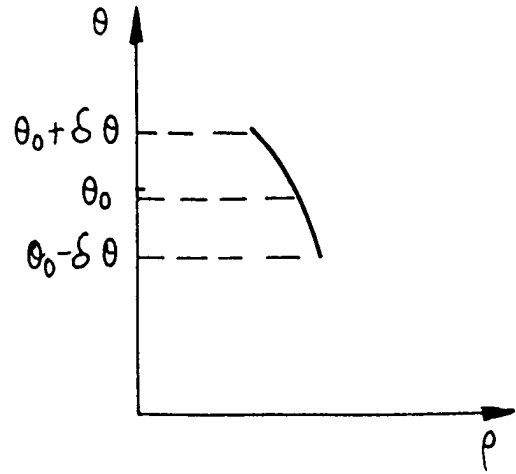


FIG\_2

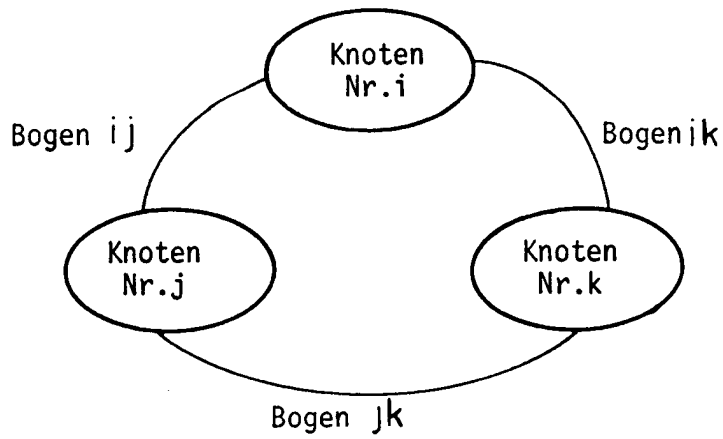




FIG\_3



FIG\_4



FIG\_5